

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-142028

(43)Date of publication of application : 25.05.2001

(51)Int.Cl.

G02B 27/28
G02F 1/13
G02F 1/1347

(21)Application number : 11-322271

(71)Applicant : VICTOR CO OF JAPAN LTD

(22)Date of filing : 12.11.1999

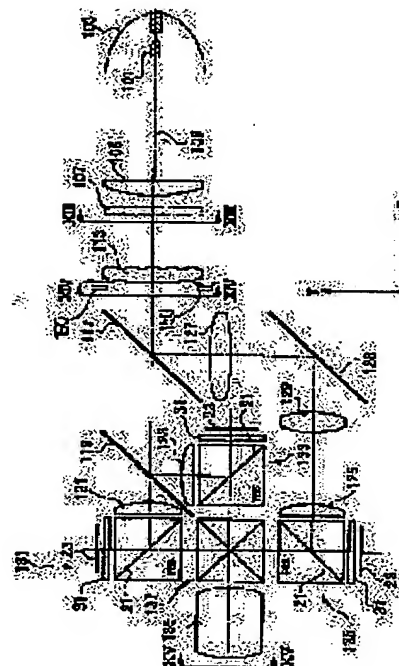
(72)Inventor : AIZAKI TAKASHI

(54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL PROJECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a reflection type liquid crystal projector in which a case in which contrast is prioritized and a case in which brightness is prioritized can be selected.

SOLUTION: A slide shutter 150 is provided on a light beam emitting side near a 2nd fly-eye integrator 113 out of 1st and 2nd fly-eye integrators 107 and 113. When the contrast is prioritized, the shutter 150 is closed. In this case, it is desirable that the shape of a pupil satisfies an angular aperture $PP > \text{an angular aperture } PI$, wherein the angular aperture in a main incident surface direction formed by the normal of the splitter surface of a polarizing beam splitter 21 and the optical axis of a projection lens 139 is PI and the angular aperture in a direction perpendicular to the main incident surface is PP .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3578020

[Date of registration] 23.07.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-142028
(P2001-142028A)

(43) 公開日 平成13年5月25日 (2001.5.25)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
G 0 2 B 27/28		G 0 2 B 27/28	Z 2 H 0 8 8
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 0 8 9
1/1347		1/1347	2 H 0 9 9

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-322271

(22) 出願日 平成11年11月12日 (1999. 11. 12)

(71) 出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72) 発明者 相崎 隆嗣

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

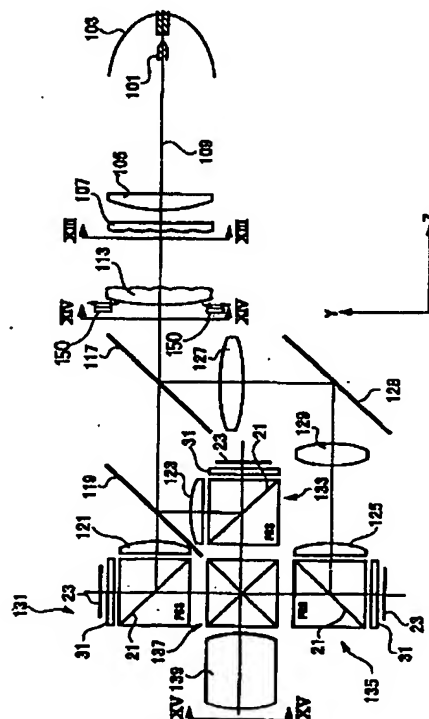
Fターム (参考) 2H088 EA14 EA15 EA16 EA18 HA13
HA14 HA17 HA20 HA24 HA25
HA28 MA02 MA06
2H089 TA12 TA13 TA14 TA15 TA16
TA17 TA18 UA05
2H099 AA12 BA09 CA02 CA07 DA05

(54) 【発明の名称】 反射型液晶プロジェクト

(57) 【要約】

【課題】 コントラストを優先する場合と明るさを優先する場合とを選択することができる反射型液晶プロジェクトを提供する。

【解決手段】 第1, 第2フライアイインテグレート107, 113の内、第2フライアイインテグレート113の近傍、光線の射出側にスライドシャッタ150を設ける。コントラストを優先する場合には、スライドシャッタ150を閉じる。このとき、偏光ビームスプリッタ21のスプリッタ面の法線と投射レンズ139の光軸とで作られる主入射面方向の開口角をP Iとし、主入射面に垂直な方向の開口角をP Pとすると、瞳の形状が、開口角P P>開口角P Iとなるのが好ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】光源からの光線を集光する第 1 及び第 2 フライアイインテグレートと、この第 1 及び第 2 フライアイインテグレートからの光線を偏光する偏光ビームスプリッタを備えた反射型液晶プロジェクタにおいて、前記偏光ビームスプリッタのスプリッタ面の法線と、前記第 2 フライアイインテグレートから前記偏光ビームスプリッタへと入射される光線の光軸とで作る前記光線の主入射面と平行な方向に幅を調整するスライドシャッタを、前記第 2 フライアイインテグレートの近傍に設けて構成したことを特徴とする反射型液晶プロジェクタ。

【請求項 2】前記スライドシャッタを閉じたとき、前記主入射面と平行方向の開口角 $P1$ と、前記主入射面と垂直な方向の開口角 PP との関係が、 $PP > P1$ となるよう瞳の形状を設定したことを特徴とする請求項 1 記載の反射型液晶プロジェクタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フライアイインテグレートと偏光ビームスプリッタとを備えた反射型液晶プロジェクタに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、液晶素子上に表示される画像に対して平面偏光を照射し、その液晶素子上の画像に対応する画素により反射される楕円偏光から所定の方向の平面偏光を取り出し、これを投射レンズによりスクリーン上に投射する反射型液晶プロジェクタが知られている。図 1 は、このような反射型液晶プロジェクタの一例を示す。このプロジェクタは、光源手段（図示せず）と、偏光ビームスプリッタ 21 と、液晶素子 23 と、投射レンズ 25 を備える。図 1 において、図示していない光源手段は、光軸が Y 軸に平行なレンズ（図示せず）を備え、偏光ビームスプリッタ 21 は、スプリッタ面（2 つのプリズムの接合面）の法線 n が Y-Z 平面内に存在し、かつ、Y 軸・Z 軸に対して 45° の角度をなすように配置されている。また、液晶素子 23 はその表面が Z 軸に直交するようにされ、投射レンズ 25 はその光軸が Z 軸と平行になるように配置されている。

【0003】光源手段からの光線 $R0$ 、 $R1$ 、 $R2$ の内、Y 軸に平行な光線（主入射光線） $R0$ は、偏光ビームスプリッタ 21 のスプリッタ面に対して 45° の角度で入射される。偏光ビームスプリッタ 21 は、入射光線が白色光の場合、入射光線 $R0$ のエネルギーの内、Y 軸と偏光ビームスプリッタ 21 の法線 n で定義される主入射面 27 に平行に振動する P 波（P 偏光成分）を透過させ、主入射面 27 に直交する方向に振動する S 波（S 偏光成分）を反射させ、Z 軸に沿って液晶素子 23 へ向かわせるよう構成されている。液晶素子 23 により反射された光線は再び Z 軸に沿って偏光ビームスプリッタ 21 へ向かう。

【0004】その際、液晶素子 23 が鏡面として作用する部位から反射された光線は再び S 波の直線偏光となる。従って、この光線は偏光ビームスプリッタ 21 により反射され、光源手段側へ向かう。一方、液晶素子 23 内の所定の画像を生ずる部位で反射された光線は、その部位における複屈折により楕円偏光となり、偏光ビームスプリッタ 21 に入射される。そして、その S 波成分は偏光ビームスプリッタ 21 により反射されて光源手段側へ向かい、その P 波成分は偏光ビームスプリッタ 21 を透過し、投射レンズ 24 を介して図示していないスクリーンへ投射され、所定の画像を形成する。

【0005】光源手段からの光は、光束として偏光ビームスプリッタ 21 へ入射される。従って、光源手段からの光線は光線 $R0$ のみならず光線 $R1$ 及び光線 $R2$ を含む。光線 $R1$ は、主入射面（Y-Z 面）27 内で Y 軸に対して傾斜した角度で、偏光ビームスプリッタ 21 へ入力される。この光線 $R1$ は、入射光軸がレンズ光軸 L と法線 n とで定義される主入射面 27 にあるため、偏光ビームスプリッタ 21 により反射された反射光（S 波）は主入射面 27 に垂直に振動する。従って、この反射光は、液晶素子 23 の内、鏡面として作用する部位に入射される場合、これによりそのまま反射され再び主入射面 27 に直交する方向の直線偏光を有し、偏光ビームスプリッタ 21 により反射され光源手段側へ向かう。

【0006】これに対して、光源手段からの光線の内、主入射面 27 に対して傾斜した入射方向（これは、例えば X-Z 面内にあるとする）に沿って入射する光線 $R2$ は、偏光ビームスプリッタ 21 により分離されると、偏光ビームスプリッタ 21 による反射光は光線 $R2$ の入射方向と法線 n により定まる入射面に直交する方向へ振動する直線偏光となる。この直線偏光の方向は、図 2 において S2 で示される。図示の如く、この振動方向 S2 は主入射面 27 に直交する軸（X 軸）に対して、進行方向を向いて時計回りにずれた角度 α を有する。この振動方向 S2 を有する S 波が液晶素子 23 により反射されると（より詳細には液晶素子 23 の内、鏡面として作用する部位で反射されると）、液晶素子 23 による反射光は図 2 において X 軸に対して同じ角度 α だけずれた偏光方向 S2' を有する。この偏光方向 S2' の直線偏光が偏光ビームスプリッタ 21 へ入力される。

【0007】ところで前述した通り、偏光ビームスプリッタ 21 は、光線の入射方向と偏光ビームスプリッタ 21 の法線 n とで定義される入射面と垂直な振動方向を有する直線偏光を完全に反射し、入射面に平行な振動成分を完全に透過する機能を有する。液晶素子 23 からの反射光（光線 $R2$ の反射光）が、偏光ビームスプリッタ 21 の法線 n とで作る入射面に直交する方向は、図 2 に示すように、X 軸に対して $(-\alpha)$ の角度を有する方向 S4 である。従って、反射光の直線偏光 S2' の内、S4 と平行な成分は偏光ビームスプリッタ 21 により反射さ

れるが、S4と直交する方向の成分は偏光ビームスプリッタ21を透過してスクリーン上へ投射される。これによりスクリーン上で、例えば黒くあるべきところが薄明るくなりコントラストが低下する。

【0008】図3は、図1に示す反射型液晶プロジェクトにおいて、偏光ビームスプリッタ21から、意図することなく漏れ出る光の量を表す。ここに開口角は $\pm 6^\circ$ に設定されている。図3において、それぞれの数字

(%)は、それぞれ数字が位置する場所において、光量分布が均一である場合に漏れ出る光の量を表す。即ち、1%と記載されている場所では1%の光が漏れることを表す。これによれば、開口角が $\pm 6^\circ$ に設定されているにもかかわらず、コントラストは0.01以下に低下する。

【0009】図4は、コントラストの低下を防止するために、偏光ビームスプリッタ21と液晶素子23との間に、進相軸あるいは遅相軸を主入射面27の方向に合わせた1/4波長板31を置いた構成を示す。この構成においては、液晶素子23で反射される光線は1/4波長板31を2回通過する。従って、1/4波長板31は、実質的に1/2波長板として作用する。このため、入射光線R2からの光線は、液晶素子23で反射された後

(1/2波長板が存在しない場合は、偏光面S2'を有するが、1/4波長板31が存在する場合は)、偏光面S4(図2)を有する直線偏光となり、偏光ビームスプリッタ21へ入力されると偏光ビームスプリッタ21により完全に反射され、投射レンズ25の側へ透過することがない。

【0010】より詳細には以下の通りである。即ち、光線R2が偏光ビームスプリッタ21に反射されて生成された反射光線において偏光方向の主入射面27の直交方向からのずれ角度を α とする(図2)と、反射光線のジョーンズベクトルは

【数1】

$$E = \begin{bmatrix} \cos \alpha \\ \sin \alpha \end{bmatrix}$$

で表される。すると、液晶素子23で反射され1/4波長板31を通過した後のジョーンズベクトルは、

【数2】

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \alpha \\ \sin \alpha \end{bmatrix} = i \begin{bmatrix} \cos(-\alpha) \\ \sin(-\alpha) \end{bmatrix}$$

で表される。

【0011】ここで1/4波長板31の進相軸あるいは遅相軸(光軸)は、主入射面27に直交するように配置されている(即ち、X軸と平行に配置されている)。従って、1/4波長板31を通過して出てきた光線の偏光方向は入射光線の偏光方向S2から -2α 回転し、偏光方向S4を有することとなる。前述の通り、この偏光方向S4は、偏光ビームスプリッタ21の法線nと反射光線の入射方向で定義される入射面に垂直であり、偏光ビームスプリッタ21を通過する率は零であり、スクリーン上には光が達することはなく高いコントラストが得られる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の反射型液晶プロジェクトでは、偏光ビームスプリッタ21の特性のために、1/4波長板31からのP波(P波偏光成分)が依然として偏光ビームスプリッタ21を透過することがあり、これにより画像のコントラストが低下するという問題点があった。また、コントラストが高い画像の方が見やすい場合と、コントラストは多少低下しても明るい画像の方が見やすい場合とがあり、従来の反射型液晶プロジェクトでは、その選択ができないという問題点があった。

【0013】本発明はこのような問題点に鑑みなされたものであり、コントラストを優先する場合と明るさを優先する場合とを選択することができ、コントラストを優先する場合でも明るさの低下を最小限に抑えつつ、高いコントラストを保ちながら光源の発する光を高い効率で取り込み、明るい画像を形成することができる反射型液晶プロジェクトを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、上述した従来の技術の課題を解決するため、光源からの光線を集光する第1及び第2フライアイインテグレートと、この第1及び第2フライアイインテグレートからの光線を偏光する偏光ビームスプリッタを備えた反射型液晶プロジェクトにおいて、前記偏光ビームスプリッタのスプリッタ面の法線と、前記第2フライアイインテグレートから前記偏光ビームスプリッタへと入射される光線の光軸とで作る前記光線の主入射面と平行な方向に幅を調整するスライドシャッタを、前記第2フライアイインテグレートの近傍に設けて構成したことを特徴とする反射型液晶プロジェクトを提供するものである。

【0015】

【発明の実施の形態】まず、本発明の反射型液晶プロジェクトの好適な概要について、添付図面を参照して説明する。上述した画像のコントラストが低下するという課題は、例えば液晶面から光源側を見た時の瞳の形状を、偏光ビームスプリッタ21のスプリッタ面(接合面)の法線nと投射レンズ25の光軸とで作られる主入射面2

7方向の開口角を $P1$ とし、主入射面27に垂直な方向の開口角を PP とすると、 $PP > P1$ とすることにより解決される。ここに主入射面27とは、偏光ビームスプリッタ21へ入射される入射光束の内、入射光束を射出する光学要素の光学軸に沿って進む光線と偏光ビームスプリッタ21の法線 n とで作られる面である。この面は本発明のプロジェクタの場合、その法線と投射レンズ25の光軸とで作られる面と同一である。また、瞳の開口角は、液晶面の位置から見た場合の開口角である。

【0016】ここで、以上の構成によりコントラストが低下するという課題が解決されることを説明するために、問題点の発生原因である偏光ビームスプリッタの特性を説明する。

【0017】図5に示すように、偏光ビームスプリッタ21のスプリッタ面は、その法線 n に対して入射光線 i が略 $\theta = 45^\circ$ で入射する場合、入射光線のS波を完全に反射しP波を完全に透過するように設計されている。しかし、その入射角度が 45° から著しくずれた場合には、その機能が低下する。例えば図5に示すように、入射光の光束が太くなった場合、その光束の内の周辺光の光線 i' では、法線 n に対する入射角度 $\theta \pm \phi$ が 45° から所定角度（例えば $\pm 6^\circ$ ）以上にずれ、偏光ビームスプリッタ21を透過するS波の振幅、及び、偏光ビームスプリッタ21で反射されるP波の振幅が増大するおそれがある。この事情をより詳細に説明すると以下の通りである。

【0018】図6は、偏光ビームスプリッタ21の特性の一例を示すものである。図6において、横軸は入射光の波長 λ （単位はnm）を示し、縦軸は偏光ビームスプリッタ21の透過率 T （%）を表す。図6に示される 450nm ないし 600nm の波長は緑色光線に対応する。図6において、S（ 45° ）で示される曲線は、入射光線と偏光ビームスプリッタ21の法線 n とが 45° をなす場合のS波の透過率を表す。即ち、この場合には $450\text{nm} \sim 600\text{nm}$ で、S波は偏光ビームスプリッタ21により完全に反射される。また、曲線P（ 45° ）で示すように、偏光ビームスプリッタ21の法線 n に対して 45° の角度で入射した光線のP波は偏光ビームスプリッタ21を完全に透過する。

【0019】これに対して、曲線S（ 51° ）で示されるように、偏光ビームスプリッタ21へその法線 n に対して例えば 51° の入射角度で入射するS波は短波長では完全に反射されるが、 600nm 前後の波長で、そのエネルギーの一部が偏光ビームスプリッタ21を透過してしまう。また、曲線P（ 39° ）で示されるように、偏光ビームスプリッタ21へその法線 n に対して例えば 39° の入射角度で入射するP波は、 450nm ないし 500nm の波長で、そのエネルギーの一部が反射されてしまい明るさが減少する。

【0020】なお、上記では緑色の波長の光線に対する

偏光ビームスプリッタ21の特性を説明したが、赤色・青色の波長の光線に対する偏光ビームスプリッタ21の特性も同様である。即ち、偏光ビームスプリッタ21へその法線 n に対して 45° からずれた角度で入射される光線では、P波とS波が所望の通りに完全に分離されない。

【0021】従って、入射光と偏光ビームスプリッタ21の法線 n のなす角度が 45° から著しくずれる（例えば $\pm 6^\circ$ ずれる）と、図4で説明した1/4波長板31の設置にもかかわらず、偏光ビームスプリッタ21から光の漏れが発生し、コントラストが低下したり明るさが減少したりする。

【0022】図7及び図8は、入射光と偏光ビームスプリッタ21の法線 n のなす角度がほぼ 45° であり（例えば 45° との差違が $\pm 6^\circ$ 以内であり）、偏光ビームスプリッタ21からの光の漏れが発生しない入射光の入射範囲を表す。ここに図7はポアンカレ球を示し、偏光ビームスプリッタは番号21で表される。図6を参照して説明したように、偏光ビームスプリッタ21へ入力される光線の内、法線 n に対して 45° をなす光線を中心として、例えばその前後 $\pm 6^\circ$ の光線については、偏光ビームスプリッタ21が正常に機能し、S方向の直線偏光とP方向の直線偏光が正しく分離される。図7における斜線部分（リング状部分）41は、そのような光線が存在する範囲（即ち、法線 n に対する入射光線の角度が例えば 39° ないし 51° である範囲）を示す。この斜線部分41から入射される光線は、偏光ビームスプリッタ21によりそのS方向直線偏光とP方向直線偏光が正しく分離され、S方向直線偏光は偏光ビームスプリッタ21により完全に反射され、P方向直線偏光は偏光ビームスプリッタ21を完全に通過する。

【0023】図8は、液晶素子23の側から見た場合の、斜線部分（リング状部分）41の形状を表す。図8において番号41で示されるものは、図7における斜線部分41のX-Y面への射影である。偏光ビームスプリッタ21を使用する反射型液晶プロジェクタでは、液晶素子23の側から見て、円管部分41を通る光線は、偏光ビームスプリッタ21により正しくS波直線偏光とP波直線偏光が分離されるが、この領域の外側を通る光線はS波直線偏光とP波直線偏光が正しく分離されない。即ち、S波でも偏光ビームスプリッタ21を透過する成分が存在し、P波でも偏光ビームスプリッタ21により反射される成分が存在する。

【0024】さらに、偏光ビームスプリッタ21と反射型液晶素子23とを組み合わせた本発明のプロジェクタでは、液晶素子23での光の反射後、反射光線が偏光ビームスプリッタ21へ入射する際にその入射角度が逆転する。図9において、番号42は、液晶素子23からの反射光線が偏光ビームスプリッタ21へ入射する際に、法線 n に対する入射角度が例えば 39° ないし 51° と

なる反射光線の存在範囲を示す。

【0025】従って最終的に、偏光ビームスプリッタ21によりS波直線偏光とP波直線偏光が正しく分離されるためには、光線は図9における領域41と領域42とが交差する細長範囲（細長領域）43を通る必要がある。換言すれば、この細長範囲43の外側を通る光線はS波偏光とP波偏光とが正しく分離されずコントラストの劣化を招く。なお、細長範囲43のX軸方向の長さbは、Y軸方向の長さaに比較して5倍以上の長さを有する。

【0026】上記に鑑みて、本発明は、細長範囲43に対応する形状の瞳が形成されるように構成した。即ち、液晶素子23の液晶面から光源側を見たときの瞳の形状を、偏光ビームスプリッタ21のスプリッタ面（接合面）の法線nと投射レンズ25の光軸とで作られる主入射面27方向の開口角をPIとし、主入射面27に垂直な方向の開口角をPPとすると、 $PP > PI$ とした。これにより、細長範囲43の外側を通る光線は遮断され、高いコントラストの映像を実現することができる。また、細長範囲43を通る光線は効率よく使用され、明るいプロジェクタを実現することができる。さらに、開口角PPは、開口角PIの1.2倍より大きいことが望ましい。これにより極めて明るいプロジェクタが実現できる。

【0027】上記の如く細長範囲43の長幅bは、短幅aの5倍以上の長さを有する。従って、この範囲に比例する開口角PPと開口角PIの比率の瞳を使用することにより極めて明るいプロジェクタを実現することができる。

【0028】さらに、図10に示すように、偏光ビームスプリッタ21がガラスプリズム44で作られている場合、ガラスプリズム44の入射出面（接合面）で入射光が屈折する。従ってこの場合には、図11に示すように、X軸方向にさらに細長い細長範囲45が形成される。なお、図11の領域は、より詳細にはプリズムの屈折率が1.8である場合を示す。この場合、偏光ビームスプリッタ21の法線nに対する主入射光線の光軸（Y軸）のなす角度 θ は 45° であり、図10に示すように、許容ずれ角度 ϕ は 3.32° となる。

【0029】なお、垂直方向の開口角PPは、 60° より小さいのが望ましい。これによりレンズの収差補正が容易となる。開口角が 60° であることは、Fナンバーで1に相当する。従って、この角度を越える明るさの投射レンズ25の実現は一般的には困難である。

【0030】本発明の他の側面は、偏光ビームスプリッタ21と1/4波長板31と投射レンズ25を備えた反射型液晶プロジェクタにおいて、投射レンズ25の前方（スクリーン側）から光源側を見たときの瞳の形状を、偏光ビームスプリッタ21のスプリッタ面（接合面）の法線nと投射レンズ25の光軸とで作られる主入射面2

7方向の開口角をPIとし、主入射面27に垂直な方向の開口角をPPとすると、 $PP > PI$ とすることである。開口角PPは、開口角PIの1.2倍より大きいことが望ましい。

【0031】瞳は、好ましくは、偏光ビームスプリッタ21と光源との間に置かれた絞りを、液晶素子23の液晶面または投射レンズ25のスクリーン側から見た場合の、絞りのレンズ系による像である。この絞りは、好ましくはフライアイインテグレート（後述する実施態様における第2フライアイインテグレート）である。

【0032】本発明の他の側面は、偏光ビームスプリッタ21と1/4波長板31と投射レンズ25を備えた反射型液晶プロジェクタにおいて、光学系を通過する光線を定める機能を有する絞り手段の形状を、偏光ビームスプリッタ21のスプリッタ面（接合面）の法線nと投射レンズ25の光軸とで作られる主入射面27に平行な方向の幅に比べて、当該方向に垂直な方向の幅が大きいものとしたことである。主入射面27に垂直な方向の幅は、平行な方向の幅の1.2倍より大きいことが望ましい。

【0033】絞り手段の機能は、例えば光源と偏光ビームスプリッタ21の間に配置されるフライアイインテグレートにより果たされる。この場合、絞りの形状は、フライアイインテグレートの外形形状である。

【0034】以下、図12ないし図15を参照して、本発明の反射型液晶プロジェクタの一実施形態を説明する。

【0035】図12に示す実施形態には、光源としてのランプ101が設けてある。このランプ101から射出された光線はリフレクタ103により反射された後、コンデンサレンズ105により集束され、第1フライアイインテグレート107へ入射される。ここに、リフレクタ103により反射され、コンデンサレンズ105により集束される光線はリフレクタ軸109に対して回転対称に分布する。従って、第1フライアイインテグレート107は、図13に示すように光線を最大限取り込めるように円形に近い外形形状に成形されている。

【0036】図13に示すように、第1フライアイインテグレート107は多数のレンズエレメント111から構成されている。そして、第1フライアイインテグレート107の各レンズエレメント111による光源のスポット像が第2フライアイインテグレート113の対応する各々のレンズエレメント115（図14）の上に結像される。

【0037】第2フライアイインテグレート113からの光線は、ダイクロイックミラー117及び119により例えば赤、青、緑の波長の光線に分光される。分光された各光線は、フィールドレンズ121、123、125（及び場合によってはリレーレンズ127、反射ミラー128、リレーレンズ129）を介してそれぞれの波

長についての像形成を行う像形成装置131、133、135へ入射される。ここに、像形成装置131、133、135は、例えば図4に示したものと同様な構成を有し、それぞれ、偏光ビームスプリッタ21と1/4波長板31と液晶素子23を備えている。像形成装置131、133、135からのそれぞれの波長を有する光線は色合成プリズム137で合成され、投射レンズ25と同様の投射レンズ139を介して図示しないスクリーン上へ投射される。

【0038】図15は、投射レンズ139をスクリーン側（図12において左側）から覗いてみたときに投射レンズ139の中に見える像であり、投射レンズ139の瞳139aの中に、第2フライアイインテグレート113の像113'が見える。従って、この反射型液晶プロジェクタでは、第2フライアイインテグレート113が実質的に開口絞りとして機能する。即ち、第1フライアイインテグレート107からのスポット像は光源101の広がりにより第2フライアイインテグレート113のエLEMENTからはみ出す場合があるが、はみ出した光線は液晶素子23あるいは投射レンズ139により収められ、実質的にこの反射型液晶プロジェクタの光学系を通過することができない。従って、このプロジェクタの光学系では第2フライアイインテグレート113の外形状のレンズ系による像が光学系全体の瞳形状となる。

【0039】ところで、既に図7ないし図9を参照して説明したように、偏光ビームスプリッタ21の特性のため、偏光ビームスプリッタ21の法線nと投射レンズ139（もしくは25）の光軸で作られる主入射面27と垂直な方向（図12においてX軸方向）に細長い範囲43を通過する光線では、偏光ビームスプリッタ21により、P偏光成分とS偏光成分とが正しく分離されるが、その細長い範囲43の外側を通る光線ではP偏光成分とS偏光成分とが正しく分離されず、コントラストの低下を招く。

【0040】従って、偏光ビームスプリッタ21の法線nと投射レンズ139の光軸で作られる主入射面27と平行な方向（図12においてY軸方向）における第2フライアイインテグレート113の幅113a（図14）は、比較的短く設計され、この第2フライアイインテグレート113を通過して偏光ビームスプリッタ21へ到達した光線が細長範囲43のY軸方向の幅aの中に入るように設定されている。これによりコントラストの高い画像をスクリーン上に形成できる。即ち、Y軸方向の幅113aを大きくすれば無駄になる光線の割合を少なくすることができるが、この幅113aの外側を通る光線を使用すると、スクリーン上において画像のコントラストの低下を招く。

【0041】一方、偏光ビームスプリッタ21の法線nと投射レンズ139の光軸で作られる主入射面27と垂

直な方向（図12においてX軸方向）における第2フライアイインテグレート113の幅113b（図14）は、比較的長く設計され、この第2フライアイインテグレート113を通過して偏光ビームスプリッタ21へ到達した光線が細長範囲43のX軸方向の幅bの中に入るように設定されている。X軸方向の幅113bをY軸方向の幅113aに比べて大きく設定することにより、ランプ101から射出された光線を効率良く液晶素子23へ導きスクリーンをコントラストよく照らすことができる。

【0042】要するに、X軸方向の幅113aを短くし、Y軸方向の幅113bを長くすることにより、はみ出して無駄になる光線の割合を減らし、ランプ101から射出された光線を効率よく液晶素子23へ導きスクリーンをコントラスト良く照らすことができる。なお、X軸方向幅113bを長くすることに対応して、光学系の他のELEMENTの形状も対応する方向において大きくする必要があることは勿論である。

【0043】このように、偏光ビームスプリッタ21と1/4波長板31を組み合わせる使用反射型液晶プロジェクタでは、瞳の形状を横長の形状にする（例えば主入射面27と平行な方向の開口角PIに対して主入射面27と垂直な方向の開口角PPを大きくする）ことによりコントラストを低下させずに明るいプロジェクタを実現することができる。即ち、光源系及び投射系の瞳形状を円形ではなく主入射面27に垂直方向に伸ばすことにより、広い開口角で光源からの光をより多く取り込むことができ、もって明るいプロジェクタを実現することができる。

【0044】垂直方向に伸ばす割合は、主入射面27と垂直な方向の開口角PPを主入射面27と平行な方向の開口角PIの1.2倍より大きくするのが好ましい。さもないと、垂直方向に広げた効果が小さく輝度の向上が望めない。また、投射レンズ139を構成する一枚一枚のレンズの外形状は一般に円形であり垂直方向の開口角PPを平行方向の開口角PIよりもあまり大きくすると投射像の形成に寄与しない無駄なレンズ領域が多くなる。

【0045】以上の構成により、明るい投射画像を確保しつつ（明るさの低下を最小限に抑えつつ）、コントラストを大きくすることができる。本発明では、さらに、コントラストを優先する場合と明るさを優先する場合とを選択することができるよう、以下のように構成する。図12に示すように、第2フライアイインテグレート113の光線の射出側にスライドシャッター150を設けている。このスライドシャッター150はY方向にスライド自在となっており、第2フライアイインテグレート113のY方向の幅を調節することができる。

【0046】図16は、スライドシャッター150を設けた場合の第2フライアイインテグレート113を示している。図14に示す第2フライアイインテグレート11

3においては、予めY軸方向の幅113aを短くし、X軸方向の幅113bを長くした形状のフライアイインテグレータを用いたが、スライドシャッタ150を設ける場合には、図16に示すように、図13に示す第1フライアイインテグレータ107と同様な形状のフライアイインテグレータを用い、スライドシャッタ150によってY軸方向の幅113aを調整する。

【0047】図16に示すように、スライドシャッタ150を破線で示す位置に移動させ、Y軸方向の幅113aを狭くすれば、図14に示す第2フライアイインテグレータ113と同様となり、コントラストが優先される。スライドシャッタ150を実線で示す位置に移動させ、Y軸方向の幅113aを広くすれば、コントラストよりも明るさが優先される。なお、スライドシャッタ150は、レンズエレメント115のY方向の幅よりも小さい間隔にて複数段階的もしくは連続的に微調整するような構成としてもよく、最外部のレンズエレメント115の一行を塞ぐような構成としてもよい。スライドシャッタ150によって第2フライアイインテグレータ113のY方向の幅をどの程度塞ぐかは、適宜設定すればよい。

【0048】スライドシャッタ150は絞りとして動作しているが、通常よく用いられている円形の絞りではなく、一方向のみ、ここではY方向、即ち、偏光ビームスプリッタ21のスプリッタ面の法線nと、第2フライアイインテグレータ113から偏光ビームスプリッタ21へと入射される光線の光軸とで作る主入射面27と平行な方向に幅のみに光線を絞ることに大きな意味を有する。本発明のような反射型プロジェクタでは、一方向のみの絞りを設けることによって、コントラストを優先する場合と明るさを優先する場合とを選択することができる。

【0049】本実施例では、図12に示すように、第2フライアイインテグレータ113の光線の射出側にスライドシャッタ150を設けたが、第2フライアイインテグレータ113の光線の入射側にスライドシャッタ150を設けてもよい。いずれにしても、第2フライアイインテグレータ113の入射側か射出側の第2フライアイインテグレータ113近傍にスライドシャッタ150を設けることが好ましい。投射レンズ139の入射側にスライドシャッタ150を設けることも考えられるが、第2フライアイインテグレータ113近傍がより好ましい。

【0050】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明の反射型液晶プロジェクタは、偏光ビームスプリッタのスプリッタ面の法線と、第2フライアイインテグレータから偏光ビームスプリッタへと入射される光線の光軸とで作る光線の主入射面と平行な方向に幅を調整するスライドシャッタを、第2フライアイインテグレータの近傍に設

けて構成したので、コントラストを優先する場合と明るさを優先する場合とを選択することができる。スライドシャッタを閉じてコントラストを優先する場合でも、主入射面と平行方向の開口角PIと、前記主入射面と垂直な方向の開口角PPとの関係が、 $PP > PI$ となるよう瞳の形状を設定することにより、明るさの低下を最小限に抑えることができるので、高いコントラストを保ちながら光源の発する光を高い効率で取り込み、もって明るい画像を形成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の反射型液晶プロジェクタの構成を示す模式図である。

【図2】図1に示す反射型液晶プロジェクタに設けた液晶素子への入射光・反射光の偏光方向を示す模式図である。

【図3】図1に示す反射型液晶プロジェクタにおけるスクリーン上での光の漏れ量を示す模式図である。

【図4】他の従来の反射型液晶プロジェクタの構成を示す模式図である。

【図5】本発明の作用を示すための説明図であり、偏光ビームスプリッタに対する入射光線の入射角度を示す図である。

【図6】本発明の作用を示すための説明図であり、図5の入射角度に応じるS波・P波の透過率の変動を示す特性図である。

【図7】S波・P波の透過率が所望の値を有する範囲に存在する入射光線の（偏光ビームスプリッタに対する）入射角度範囲を表す模式図である。

【図8】図7の入射角度範囲をX-Y面へ投影した範囲を示す模式図である。

【図9】図8の範囲及び液晶素子面での反射後の光線についての使用可能範囲を示す模式図である。

【図10】偏光ビームスプリッタがガラスプリズムで作られている場合の、光線の入射経路を示す模式図である。

【図11】偏光ビームスプリッタがガラスプリズムで作られている場合の、本発明の瞳の形状を表す模式図である。

【図12】本発明の実施形態を示す模式図である。

【図13】図12に於けるXIII-XIII線に沿って見た第1フライアイインテグレータの正面図である。

【図14】図12に於けるXIV-XIV線に沿って見た第2フライアイインテグレータの正面図である。

【図15】図12におけるXV-XV線に沿って見た投射レンズの中の像の模式図である。

【図16】本発明の実施形態であるスライドシャッタを設けた場合の第2フライアイインテグレータの正面図である。

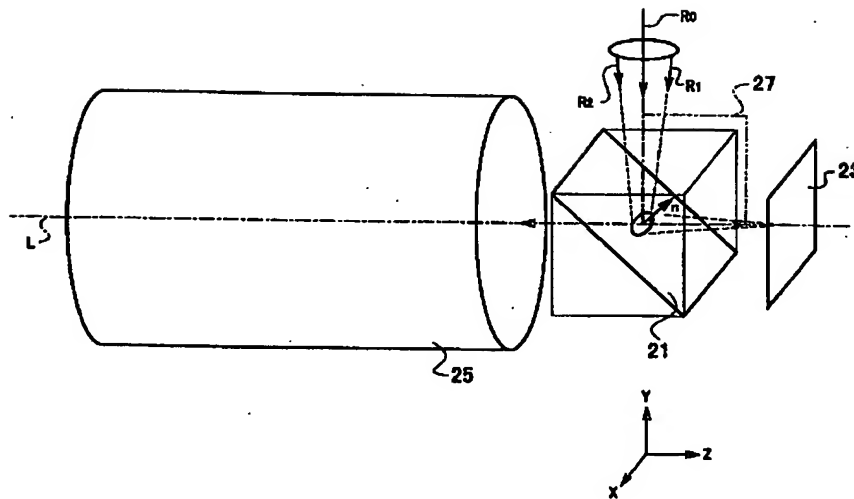
【符号の説明】

21 偏光ビームスプリッタ

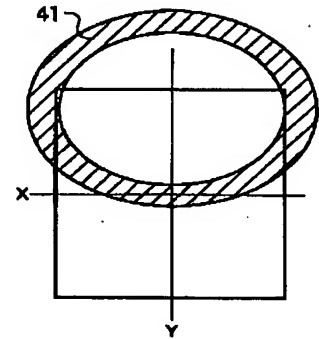
23 液晶素子
 25, 139 投射レンズ
 31 $1/4$ 波長板

107 第1フライアイインテグレータ
 113 第2フライアイインテグレータ
 150 スライドシャッタ

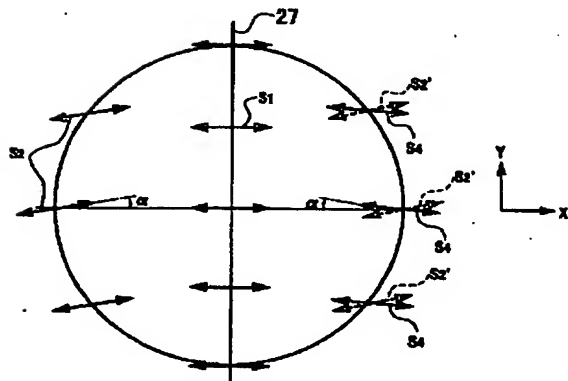
【図1】



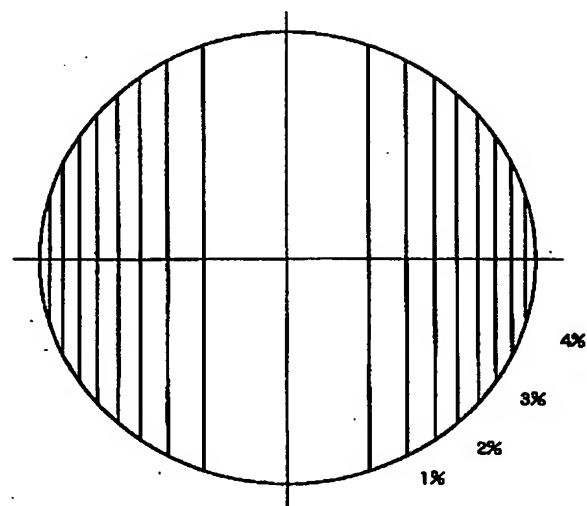
【図8】



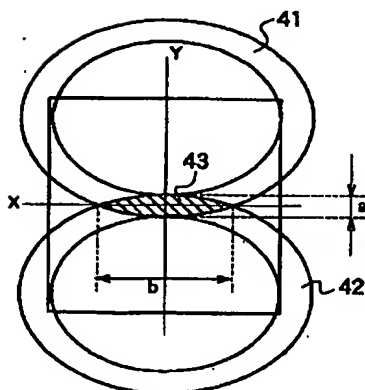
【図2】



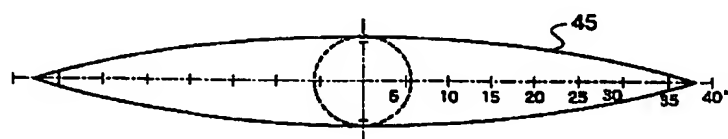
【図3】



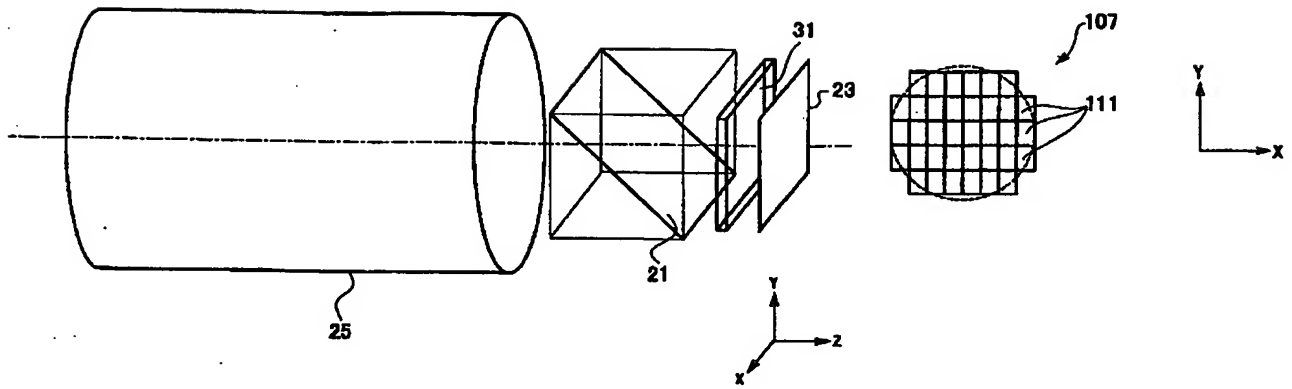
【図9】



【図11】

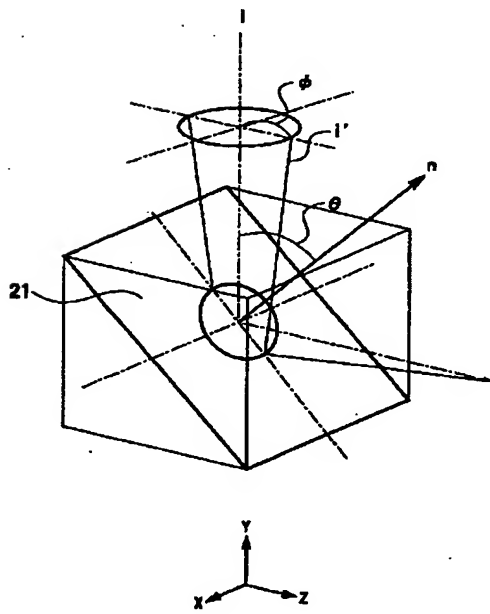


【図 4】

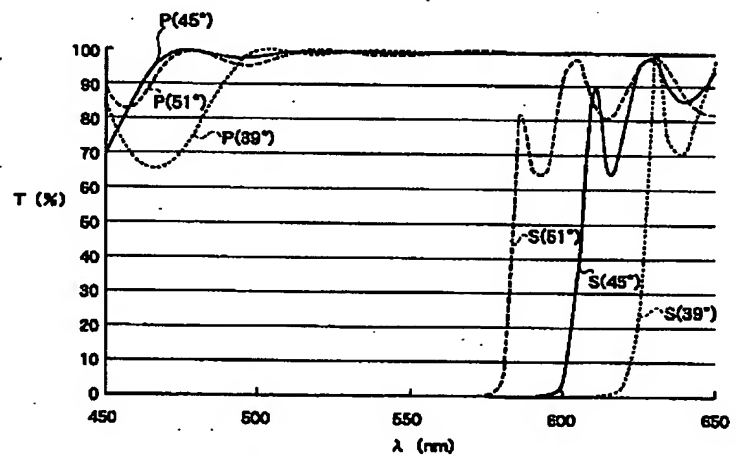


【図 13】

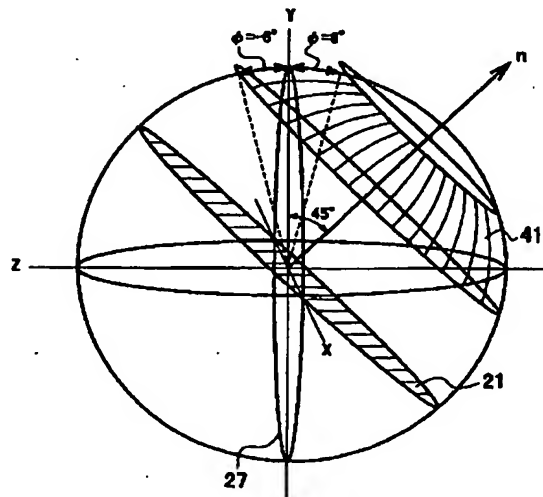
【図 5】



【図 6】



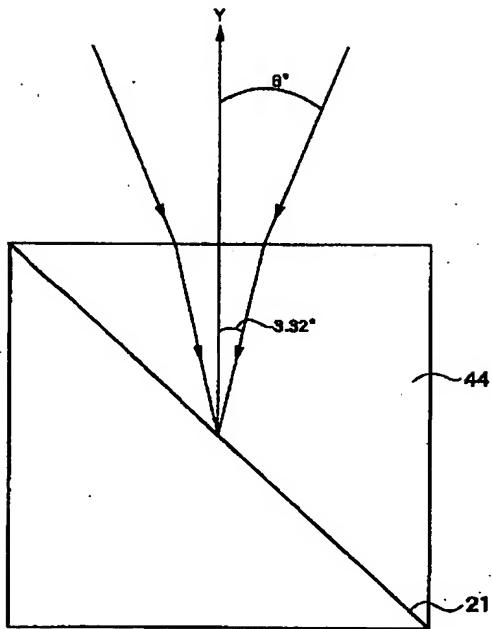
【図 7】



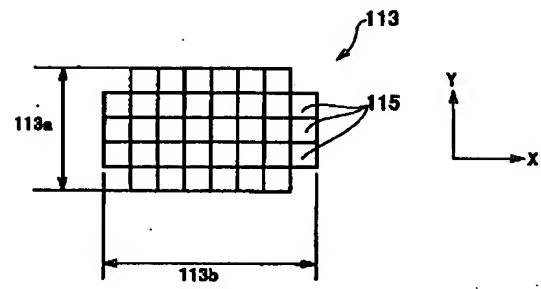
【図 15】



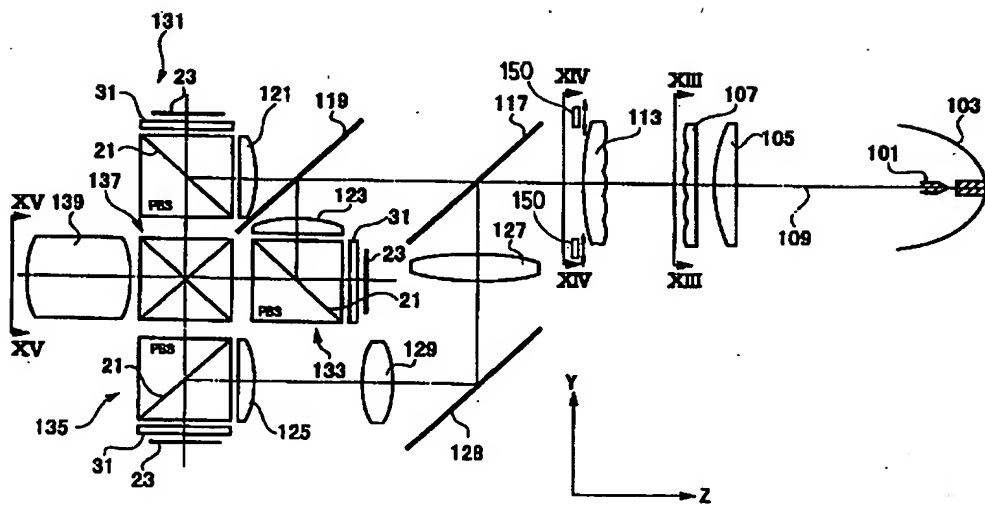
【図10】



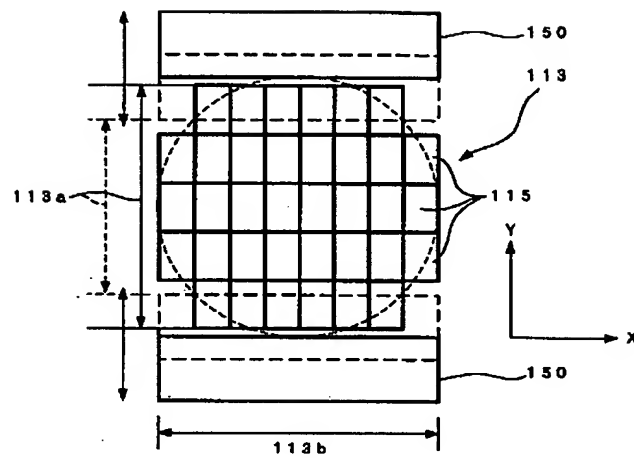
【図14】



【図12】



【図16】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.